

¿Es necesario normalizar la medida de la BRDF?

Ana Maria Rabal^{1*}, Alejandro Ferrero², Guillaume Ged¹, Berta Bernad², Jose Luis Velazquez², Esther Perales³, Alicia Pons², Maria Luisa Hernanz², Francisco Martinez-Verdu³, Gaël Obein¹, y Joaquin Campos²

¹*Laboratoire Commun de Métrologie LNE-CNAM. 61 rue du Landy, 93210 Saint Denis (Francia)*

²*Instituto de Óptica “Daza de Valdés”. Calle Serrano, 121, 28006 Madrid (España)*

³*Universidad de Alicante. Carretera de San Vicente del Raspeig s/n, 03690 Alicante (España)*

1. Introducción

Objetos que tienen formas similares pueden ser identificados a través de los atributos visuales de su superficie como el color, el brillo, la textura, la transparencia, el “graininess” o los destellos (“sparkle”). La compilación de todos estos atributos visuales da la apariencia del material.

La apariencia de un producto es importante en muchos campos de la industria como la automovilística, cosmética, papelera, impresión, el diseño de nuevos materiales, plásticos y un largo etcétera, porque esto es, con frecuencia, uno de los parámetros más críticos que afectan a la elección del consumidor. Durante los últimos 20 años, los fabricantes han realizado verdaderos esfuerzos para proponer nuevos y sofisticados efectos visuales entre los que se encuentran las pinturas metalizadas, el goniocromatismo, los acabados mate, perlescentes o los efectos de destello (“sparkle”).

La normativa actual y los métodos recomendados para asegurar la trazabilidad de las medidas se limita a los atributos perceptivos de objetos uniformes y homogéneos, que no se corresponden con los efectos visuales citados anteriormente. Por ejemplo, en las medidas de color, solo hay dos configuraciones normalizadas, 0°:d (irradiación difusa y detección a 0°) y 45°:0° (irradiación a 45° y detección a 0°), y sus recíprocas aprobadas por la CIE (Comisión internacional de iluminación) [1] y otras organizaciones normativas como ASTM o ISO. Esto es insuficiente totalmente en la actualidad pues hay nuevos materiales que muestran unos efectos fuertemente direccionales resultantes de los pigmentos metálicos, interferenciales o difractivos.

Esta situación es incluso peor para otros atributos visuales como el brillo, donde los patrones no han evolucionado desde 1978, o para la fluorescencia, donde los métodos de medida usados provienen de los de materiales no fluorescentes y son, a día de hoy, inadecuados para aplicaciones de nuevos materiales fluorescentes. Existe la percepción de que la industria de pigmentos de efecto especial y los sectores derivados de ella progresan más rápidamente que la normativa metrológica asociada.

Ante esta situación, se ha puesto en marcha un proyecto [2] que pretende determinar el trabajo pre-normativo requerido para establecer cómo deben llevarse a cabo las medidas de reflectancia bidireccional (BRDF) en materiales y superficies actuales que muestran efectos visuales gonio-cromáticos, de brillo y de sparkle. Esta normalización es imprescindible para poder comparar resultados físicos y escalas perceptivas. La Función de Distribución Bidireccional de Reflectancia (BRDF) es la magnitud física que contiene información exhaustiva sobre la luz reflejada por una superficie y, por lo tanto, la información que determinará la apariencia visual de un producto.

En esta comunicación se presentan los parámetros y variables de medición que determinan la percepción del gonio-cromatismo, el brillo y la fluorescencia que han de ser normalizados, así como los valores que podrían ser asumidos como típicos.

Con este proyecto se mejorará drásticamente las capacidades de medida de los institutos nacionales de metrología (NMI) europeos en el campo de la gonio-reflectometría dedicado a la caracterización de la apariencia de los materiales. Las incertidumbres de medida y el tiempo de media serán reducidos; la trazabilidad para productos comerciales en el campo de la apariencia no estará asegurada todavía, pero sí se verá fortalecida. Los procedimientos que se desarrollan en este proyecto se incorporan en el mercado,

* e-mail: ana_maria.rabal-almazor@lecnam.net

apoyando el control de calidad en diferentes campos de producción, donde el aspecto y la calidad y la estructura de la superficie es importante.

2. Las necesidades de normalización en la industria relacionada con la apariencia

Para los fabricantes, la apariencia de un producto es importante a nivel de control de calidad, porque informa al fabricante de la fidelidad y reproducibilidad de su producción, y a nivel comercial, porque la apariencia de un producto influye directamente en el cliente y en la decisión de su compra. En los últimos 20 años, los fabricantes han realizado importantes esfuerzos para crear efectos visuales atractivos y sofisticados. Sin embargo, la actual normativa en medidas de color [3] y en medidas de brillo [4] no están adaptadas para la caracterización de estos efectos visuales tan complejos y no existe una normativa para la medida de BRDF o el destello (“sparkle”).

La industria necesita nuevos métodos de medida y nuevos patrones de transferencia que permitan la caracterización del comportamiento óptico de las superficies nuevas. Estos nuevos métodos y patrones asociados tienen que ser capaces de facilitar la cuantificación de los diferentes efectos ópticos nuevos tales como el sparkle o el gonioscromatismo, tienen que ser fácilmente interpretables y manejables y, además, deberían ser altamente correlacionados con la evaluación visual; es decir, las medidas deben correlacionarse con la sensación visual del observador. Por este último motivo, los métodos de medida deberían considerar los parámetros geométricos del sistema visual humano: agudeza visual (resolución espacial) y campo de observación.

Esta necesidad industrial en el nuevo campo de la metrología de apariencia ha sido recogida por la CIE que ha creado un comité técnico, TC2-85, para la “Recomendación sobre los parámetros geométricos para la medida de la función de distribución bidireccional de reflectancia (BRDF)” y otro comité técnico conjunto, JTC12, sobre “la medida del sparkle y del graininess”.

La necesidad de normalización se muestra también en que fabricantes de sistemas espectrofotométricos han desarrollado o están desarrollando nuevos instrumentos para estas medidas relacionadas con la BRDF, utilizando diferentes parámetros y métodos de medida, lo que conduce a que la comparación de resultados de BRDF y brillo no sea fácil.

3. Objetivos para alcanzar una normalización internacional

Los objetivos que se consideran importantes para alcanzar una normalización internacional en el campo de la apariencia visual de los objetos son:

1. Proponer parámetros estandarizados para las medidas de la BRDF de materiales específicos y superficies ópticas en el intervalo espectral visible, con el fin de mejorar la trazabilidad al sistema internacional de unidades, SI, y permitir una mejor concordancia entre los gonio-espectrofotómetros comerciales. Ello implica establecer configuraciones de los ángulos sólidos de irradiación y observación (direccionalidad y convergencia) y tamaño de las áreas de iluminación y observación.
2. Proporcionar una orientación sobre cómo muestrear la BRDF en el espacio de manera eficiente y proponer un número mínimo de geometrías de medida que suministren la información completa sobre la difusión de la luz por parte de la muestra, explicando así su apariencia.
3. Proponer acuerdos para el manejo y procesamiento de datos de la medida de la BRDF, puesto que se genera un conjunto grande de datos, de forma que se pueda extraer información con la mayor facilidad posible.
4. Proponer un nuevo método de medida del brillo que se correlacione con la percepción visual. Esto implica recomendaciones sobre la medición y realizar evaluaciones visuales de la percepción para alcanzar la definición de un observador patrón de brillo.
5. Proponer una definición consensuada de la percepción de “sparkle” y “graininess” y definir procedimientos para sus medidas en correlación con sus respectivas escalas visuales.

4. Estado de desarrollo de los objetivos anteriores

Los resultados que se han alcanzado o están en fase de alcanzarse son de distinta índole en cada uno de los objetivos anteriores. En esta comunicación se indicarán en qué estado se encuentran y hacia donde

apuntan los principales obtenidos, si bien están pendientes de validación y aceptación en los correspondientes comités técnicos.

En particular se presentarán resultados sobre la direccionalidad y divergencia de los haces de irradiación e iluminación, que dependen del tipo de muestra: cuasi-lambertiana, brillante, texturada o gonio-cromática; y sobre el conjunto de configuraciones geométricas que permiten una descripción completa de muestras gonio-cromáticas, que también depende en parte del efecto gonio-cromático que se usa en la muestra.

Se presentarán resultados sobre la presentación de los resultados de la BRDF: formatos y cómo obtener información inmediata de los mismos.

Se presentará una colección completa de escalas de brillo visual apropiada para hacer estudios psicofísicos y medidas de la BRDF de muestras brillantes.

Agradecimientos: Los autores agradecen al programa EMPIR por la subvención del proyecto “Bidirectional reflectance definitions” (BiRD). EMPIR es una iniciativa financiada conjuntamente entre el programa de investigación e innovación “Horizonte 2020” de la Unión Europea y los países miembros de EMPIR

Bibliografía

- [1] Publicación CIE 130-1998. “Practical Methods for the Measurement of Reflectance and Transmittance”. ISBN: 978 3 900734 88 6.
- [2] “Bidirectional Reflectance Definitions” (Proyecto EMPIR código 16NRM08, BiRD). <https://www.birdproject.eu/>.
- [3] Serie de normas UNE-EN-ISO 11664.
- [4] Norma UNE-EN ISO 2813:2015.